非洲之稻作

主講人：岡彥一博士（日本國立遺傳研究所）

日　期：民國53年1月18日

1963年2月非律濱國際稻米研究所，召開稻遺傳學及細胞遺傳學會議，並決議派人去西非蒐集野生稻，因此本人與故張文財博士一同前往。我們除蒐集稻種之外，同時考察非洲的稻育種及栽培問題。妶將所看到的非洲稻作區報告如下：

非洲目前有 *Oryza sativa* 及 *O. glaberrima* 二栽培稻種。所有 *Sativa* 品種均由世界各地引進，大部份則來自亞洲；許多品種在第一次世界大戰後由各試驗場所引進，但亦有一部份無引進紀錄的品種。 *Sativa* 種第一次進入非洲之情形與在十六世紀的葡萄牙人引進稻米於南美之情形相同；但在古代的稻是用駱駝由 Mèditerrana 海岸經 Sahara 沙漠帶進來。*O. glaberrima* 則認爲屬非洲的原產。

西非洲的黑人由多數不同種族所構成。農民大部份靠農爲主，所種的農作物有高粱、小米、玉米、稻米、花生、碗豆、樹薯、甘藷、大豆等，以樹薯爲主食者甚多。稻米僅在有充分雨水的地區栽培，非洲人喜食稻米，但他們本身之生產量太低不足自給。

非洲的稻區可分爲如下的六類：

一、　自然泛濫深水稻區 (deep-water paddy inundated by rivers):

本區的水稻分佈在尼日河 (Niger river) 附近，其支流流入查德湖 (Lake Chad) 內，這一大片泛濫區約佔面積二億公頃。每年泛濫自八月開始至次年三、四月，水深約自 1.5 公尺至數公尺不等，現將尼日河流域每月平均水位示如下表：

一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月
2.8cm	2.7	2.6	2.3	1.4	1.5	2.1	4.0	5.8	5.8	4.0	2.8cm

Glaberrima 及 *sativa* 浮稻品種（a）大部份生長於內陸，在獅子山國靠近海岸地域亦有少量栽培（b）非洲河流漲水速率比亞洲之河流爲快，每日增加 10cm 甚至高達 50cm；而亞洲仍低於 10cm，因此非洲稻具有高度的浮生力和耐水性。據說 *O. glaberrima* 種比 *O. sativa* 種更其有耐水性；據 Dr. J. E. Y. Hardcastle, *glaberrima* 較 *sativa* 植株生長率 (elongation rate) 爲高。此種傾向在普通灌漑田亦同。生長在鹽分地的 *glaberrima* 可能較 *sativa* 抗鹼性强。

屬 *glaberrima* 的大部份品種爲紅米且成熟期容易脫粒，故非洲農業試驗所對於屬 *sativa* 的亞洲浮稻較有興趣。目前的主要亞洲品種有 *Indochine blana*（越南），*Nang toay*（越南），*Neang Champa*（越南），*Haua med dak*（泰國），*Kha goew*（泰國）和其他從巴基斯坦來的品種。雖然一般認爲 *sativa* 優於 *glaberrima*，但在某種情形下 *glaberrima* 之產量高於 *sativa*。

農民所耕的稻田中常混有 *glaberrima* 和 *sativa* 二種，且在同一栽培集團中常含有各性狀的變異如穀色、穗形、芒之有無，光滑內外頴、長護頴及成熟期等，由此可見在一般栽培集團中具有很大的遺傳變異性。雖然如此在此集團中却未能發現 *glaberrima* 和 *satioa* 之雜種後代。

妶將農民栽培浮稻之方法簡述如下：

農民在四、五月初雨後耕鋤土壤而後以手撒種子，種子量每公頃約爲 60—80 公斤。幼苗在乾

旱下生長到八月的泛濫期，在這一段期間遇雨量不足時，幼苗枯死，因此需要抗旱性强的品種，泛濫期一到，植株在水中迅速生長，抽分枝生鬚根。當水位達最高時在十月或十一月的短日下開始抽穗，農民在生長期間除去野生稻 *Eehinochloa* 和其他水生植物，在成熟期乘獨木舟從水面上收割稻穗；本區栽培根本談不上施肥，因此產量甚低約 0.4—1.0 公噸/公頃。

本區除在奈及利亞北部有稻馬鹿苗病 (*Gibberella Fujikuroi*) 的報導外，並無其他嚴重病蟲害，魚類有時損害稻株，尼日內陸是蝗蟲的發生中心，對各種作物均有損害。

二、 看天田稻區 (rainfed paddy)

本區大部份分佈在西非洲的山谷地帶，成小塊的看天田分散在各區，其土性由黏土至沙壤土，所栽培的品種屬於 sativa種。由於熱帶各國引進的水稻品種通常有遺傳變異性，爲適應新環境，族羣因子型 (population genotype) 漸現改變，久而久之變成與原來完全兩樣的品種，故可視爲非洲品種。與自然泛濫稻米區一樣，在栽培集團內有很多不同型的品種混在一起，在幾內亞(guinea)、尼日、奈及利亞和賴比利亞 (Liberia) 的稻田中可看到 *glaberrima* 和 *sativa* 的混植情形。*glaberrima* 稻在蘇丹地區較普遍，但 *satiua* 與 *glaberrima* 兩種之雜種甚少，看到僅有 Guinea 的兩種混植田內有時可發現可疑的雜種而已。

試驗場所推薦的主要品種有：

a. 獅子山國 (Sierra Leone)：Radin China 4 (Malaya), Faya (Nyasland) Nachin 11 (Malaya)

b. 馬利 (Mali)：Gambiaka (Thai), Dissi

c. 尼日 (Niger)：De Gaule, Sornavari

d. 奈及利亞 (Nigeria)：BG-79 (British Guiana) G. E. B. 24 (India) Mas 2401 (Indonesia) D-99 (British Guiana), Vori Iava (Madagasdar).

e. 喀麥隆 (Cameroun)：Makor (Local), Neang Veng (Indochina), Puang negeon (Indochina), Maroua (British Guiana)

本區栽培以直播最爲普遍，直播亦爲試驗所所採用，但在獅子山國，賴比利亞，象牙海岸及奈及利亞可看到移植栽培法。當雨季一到，農民以手鬆土，移植四至八星期的秧苗，在獅子山國行單株栽培植距15—20cm，在奈及利亞則十單本爲一叢揷植行距30—40cm；在上伏塔 (Upper Volta) 和喀麥隆實行點播栽培。在上伏塔農民以食指挖約 5cm 深的穴，穴距約 20—30cm，每一穴置 7—8 粒種子，有時以鋤挖穴，在喀麥隆和查德每一穴種 30—40 粒種子，穴距 30—45cm，根據試驗密植或小株種植較其傳統的老法產量爲高。

據肥料試驗表示氮素與磷酸均有效，但農民通常不施用肥料，在生長期以手除草一、二次，收獲時利用小刀或簾刀割下稻穗後堆穗於戶外曬乾之。大部份的國家置稻穗於草蓆上，用木杖擊之使其脫拉，然後風乾之，在馬利、尼日、奈及利亞及獅子山各國常把穀子煮成半熟狀態，卽將穀粒浸水一、二天然後在油罐中煮沸之。其益處是經過此種處理後的穀粒，不致因日夜不同的濕度影響而發生斷裂現象，且耐貯藏，去穀容易；也將維他命打入胚乳內，增加營養價值，但由於半熟米有時浸漬於不潔水中促進微生物的繁殖而發生惡臭。稻子普通貯藏在倉庫內，此倉庫通常以草履之屋頂及用乾土砌成。

在某些地區如 Kolo，尼日，Pateggi 和奈及利亞北部淺積水之山谷於旱季多植一期作，此期作於十二月種植，次年四月收獲，大部份種植感光性較弱的 *glaberrima* 或 *sativa* 品種，此種栽培制度可能由來已久，最近發現一些 *sativa* 品種適於作主作和附作。

本區稻的產量約每公頃 0.5—2.0 公噸，因水量之不均和雜草生長情形不同最高與最低產量差異甚大，甚至在試驗所的試驗田，一品種每年生產量之變動係數高達 30—60 %，本區內無任何嚴重

之病害發生， 在獅子山常看到類似發生過於稻熱病 (*Piricularia oryzae*) 的幼苗 。 在喀麥隆有一種蒼蠅 (*Pachydilopsis oryzae*) 刺了植株則稻之生長奇高。小鳥也常爲害稻作，在喀麥隆南部河馬也常爲害稻田。

三、 陸稻區 (upland rice field)

陸稻法語謂之 Riz de montagne，主要分佈在西非沿海山坡地，*glaberrima* 或 *satiua* 的早生種 ，其生育期間短於140天者生長於此 。 在 110 天內降雨量最少的總計爲 130cm ，在幾內亞 *satiua* 是分佈在沿海區而 *glaberrima* 是分佈在高度超過500公尺高的內陸，且在同一稻田中有 *glaberrima* 和 *sativa* 之混植，在獅子山有的以 *glaberrima* 爲主與少許的 *sativa*，有的恰爲相反；在幾內亞兩種各參半雖然以顏色和穗型可辨別，但該國人民無法區分，在本區內兩種間之雜種植株仍未能發現。

正如同深水泛濫區及看天田區，植株在田間有很多不同的型態，仔細觀察之認爲 *glaberrima* 和 *sativa* 之混植所致。兩類性狀變異型態 (pattern of variation) 相似，除仔細觀察葉舌之大小外非常難於區別。

陸稻通常以遷移方式 (shifting method) 栽培。在乾季砍伐叢木燒燼之， 到初雨後行耕土，撒種，以耙除草但不施肥，收獲時以小刀割其單穗而堆起；穀粒在臼內以杵搗米。此區之土質爲紅壤土、黏壤土或礫土。

經開拓的新田，第一年栽培水稻，第二年亦植水稻或高粱、小米、玉米、芝麻等，當地力減退時種植樹薯代替穀類作物。土地利用 5—7 年後卽行放棄，至少七年後由於自然叢木之生長使之恢復地力後再利用。

在獅子山，幾內亞、賴比利亞及象牙海岸國等地山區，水稻常和高粱、小米、玉米、芝麻或樹薯等混作，在幾內亞之高原爲*glaberrima*之單作區。陸稻之產量每公頃在0.4—0.8公噸之間。據說 *satiua* 比 *glaberrima* 產量高，而此區之陸稻均感染稻熱病 (*Piricularia*) 和胡麻葉枯病 (*Helminthoporium*)。

四、 Mangrove 沼澤區 (rice field in mangrove swamp)

西非沿著大西洋的海岸有一大片沼澤區卽 Mangrove 生長區，沿岸的沼澤區是難於利用的，在第一次世界大戰後一經利用才發現此沼澤區可栽培水稻。

本區種植由其他各國引進的 *sativa*品種，大部份種於看天田區。經Rokupr 的 West African Rice Research Station仔細觀察其主要品種，在獅子山有Radin China-4,在奈及利亞有 BG-79，稻田的植株相當均勻無 *glaberrima* 之植株混雜。

Mangrove 海埔地受季節性或永久性海水影響，乾旱時期土壤鹽分增高 ， 僅能在雨季水位升高時才能沖洗 ， 所以此區特別重視如何控制土壤酸度的問題 。 西非稻米試驗場 (West Afriean Rice Research Station) 已作試驗，認爲假如在乾季有足够之灌漑以保持土壤水分時，可控制土壤的酸度。

本區通常行移植，苗長約六星期，以2.3株爲一叢，植距爲 20—30cm；因要等河水上漲洗去土壤之鹽分，故播種宜延至六月下旬，雖有野生稻但不常除草；本區磷酸之施用頗有效，但氮肥或鉀肥均無效。此區平均產量大約每公頃爲 1.5—2.0 公噸。本區需育成耐酸鹼强的品種，稻熱病常侵襲幼苗，Ephelispallida 也常發生，另外有一種蟹也爲害植株可用 BHC 來預防。

五、 人工灌溉區 (artificially irrigated rice field)

在一九三二年法國政府成立 Office due Niger 並且開始着手在 Markola, Segou,Mali 之

Niger river 上築壩完成了二條主要運河及支流，使得 20,000 公頃之沙漠已成爲灌溉區，由於致力於栽培水稻，故棉花之機械化栽培計劃未能如願完成。自從 Mali 共和國獨立後，灌溉區分佈到地方農民，而機械之栽培只限於一小部份，而 Office due Niger 也由 Mali 政府所管轄。

此區在六月灌漑之前，土質鬆軟，可由人工耙之，或曳引機耕之，繼之撒種。灌水至秧苗露出保括 10—30cm 之深度。植株生長和收獲後行除草，此區最困難的問題是土地開拓後三年野生稻逐年侵入。野生稻 (*breviligulata*) 與水稻種子藉流水或直接從植株傳播，所以爲保持稻之純種，必須連續作二年以上之除草工作。一般認爲野生稻 *barthii* 較 *breviligulata* 爲害大，因前者不但有地下莖 (rhizomes) 且傳播種子，故繁殖快極難除掉。移植是防止野生稻蔓延之最好方法，可惜農民不習於如此作。據試驗每公頃施氮肥20公斤，於移植中可增收每公頃3—4公斤，但農民仍不願多勞施肥。在新開墾而有灌溉之稻田，平均產量可達 2 公噸以上，但由於地力減退和野生稻之增加產量逐年減少，僅達 1.5公噸/公頃 (Moloda) 至 0.4公噸/公頃 (Kolongofoma)，如此栽培經十年後卽成不毛之地矣！

此區最主要的 *sativa* 品種有 gombiaka（泰國），D–52–37（幾內亞）Kading thang（高棉）Doc phung Lun（越南）等。

六、 集約栽培區 (intensive rice culture practiced by the demonstration farm of Republic of China)

從一九六一年起，中國政府派農耕示範隊到利比亞 (Libya) 賴比利亞 (Libria)，象牙海岸國 (Ivory Coast) 和達荷美 (Dahomey) 去建立示範農場以示範最新農業技術；每一示範隊由一隊長，一副隊長和十名精練的年青農業技術者來經營由地方政府所供給的三～五公頃的土地。他們住在農場附近，擁有由中國政府所供給的小型農機具、種子、肥料和其他物品。

這些示範隊達到目的地後卽開始清除叢木，整地並着手栽培水稻和其他作物。蓬萊稻在當地不論以移植法或點播法栽培生長均良好。農場之土性由沙土至黏土變異甚大，在雨水不足時以抽水機灌漑稻田，其他栽培方法與臺灣一樣；其成果相當輝煌，如在達荷美的 Oueda 地方將新開墾含有多種有機質之沼澤區，每公頃施氮40公斤，磷60公斤，鉀60公斤。他們於三月下旬移植臺中65號其產量高達每公頃 6 公噸；在西非創最高的紀錄。如同一品種以五月直接播種其產量的每公頃爲3—5公噸，由此可知，若非洲人民能努分學習栽培法其產量可跟遠東並駕起齊矣！非洲之稻田具有高度生產潛力，同時證明一些蓬萊品種具有廣泛於全世界之適應力，在達荷美試驗結果以臺中65號，臺南 1 號，臺中 178 號和臺中在來 1 號產量最佳。

示範隊之工作才開始不久，尚有些問題仍待研究解決，例如：⑴一年內可栽培幾期？⑵那一季最宜生長？⑶如何控制有施肥之稻田稻熱病之侵襲？⑷如何耕犂土地(土著人民不習於牲畜之耕犂)⑸如何創設水利系統並指導人民實施最基本的現代栽培等。此等問題可由農場經營成功之實際證明來刺激人民。目前非洲政府和人民均非常歡迎臺灣的農耕示範隊。

臺灣的蓬萊品種在非洲利用很廣，若利用此等品種實施集約栽培法大部份可成功不誤。例如在奈及利亞北部的 Badeggi 稻米試驗所，用臺中 65 號在六月移植其產量每公頃 3.8 公噸，且該品種可抗高 PH 值的土壤，如將來能够積極栽培具有高度肥料反應及廣泛適應性的蓬萊品種，無疑地將成爲非洲最主要的品種。

討　　論

謝順景問：在非洲 *O. glaberrima* 與 *O. sativa* 一般何種栽培較多？其產量之差異如何？

主講人答：非洲稻區之任何一集團 (population) 內均富有變異性 (heterogeneity)，尤以上述之1. 2. 3. 區爲甚。農業進步之區城變異性小，愈落後之地區變異性愈大，卽混植二種稻

之情形愈多。 *O. glaberrima* 之產量一般較 *O, sativa* 爲低，但在尼日稻區則相反。

謝順景問：*O. sativa* 與 *O. glaberrima* 常混植在一起，但不易找到兩種間的雜種，是因爲兩種之天然雜交率低，或由於兩種之血統遠緣而缺乏親和性 (affinity) 之故？

主講人答：兩種原因可能都有關係。 （記錄：謝順景）

水稻放射線育種

主講人：**松尾孝嶺**博士（日本東京大學教授）

日　期：民國53年3月3日

目前一般所用的雜交育種法，主要是重新組合各性狀的自然變異，使成爲一新品種。因此以人爲的方法，引變而利用於實際育種，實在是一種良好的方法。放射線發現歷史已久，其對生物誘變之效果亦很大，故放射線應用於育種上之歷史也很久。戰後由於各國有原子爐的設備，原子能處理作物甚爲方便，故此項研究甚多，已有一部份作物新品種由此而產生。

放射線的種類很多，在育種上常用者有 α、β、γ、x 射線及中子線等 。 這些射線之物理作用雖然不同，但對生物的作用效果却相似。其間所不同者爲離子之濃度及射線進入生物體內產生離子 (ion) 之距離等。 x 線、γ 線、β 線之粒子粗，離子距離近，而 α 線及中子線之粒子則較細。

多數試驗結果表示，短時間內處理線量不同，或處理時間不同，所產生的變化亦不同。生物體中，細胞核對放射線之感應特別敏感，對細胞質之影響則較小。放射線對生物之影響有生理的，染色體的和遺傳的三種。在育種上之利用則以遺傳的變異爲主體。在處理過程中，往往有許多不必要的不良性狀同時發生，故須特別加以選擇淘汰不良的突變。作物經誘變後，又由於高度的不穩性，失去了許多個體，減少了突變體。

各放射線，x ，γ 射線等對生物細胞核之作用，是間接的，卽先經水的作用傳至核內起作用在實用上使用較少。中子之作用則爲直接的，使用較多。中子可給染色體二次之打擊， (two hits) 容易產生環狀或鏈狀染色體 (ring or chain chromosome) 而 x，γ 射線等，則只能給一次的打擊 (one hit) 。因放射線之打擊而斷裂的染色體，經觀察結果 90 ％以上能重新接合，只有 5 ％左右無法重合而成爲斷片 (fragment)。此斷片可在顯微鏡下觀察出來，但重接者則無法以光學儀器檢查出來。斷而重接的染色體，其形態雖未改變，但 DNA 構造已起了變化 。 在表面上所看到的最主要的變化爲生長細胞受阻，形成矮性植株。生長細胞受了阻害，植物之其他種種阻害亦將隨之發生。生理方面，除細胞生長受阻外，生長素產生之過程，亦受了阻害。

葉綠素缺失之變化，以中子處理者效果較大，產生 5 0 ％之突變率，所需各種射線量，x 射線爲 50kr，γ 射線爲 30—35kr，中子爲 200×10” Nth/cm^2，p^{32} 30uc/seed，S^{35} 40uc/seed。同時又知種子內照射者，其突變率比種子外照射者爲高。此內部照射突變率高之原因爲 DNA 起變化後，再由此已作用之物質再產生另一影響作用 (transmutation effect) 之故。由於中子所引起之染色體變化大，不適於育種上之用。

在苗高試驗中，已知高線量對苗高之影響，日本型稻大於印度型稻，亦卽是印度型之抵抗力較强，且品種間亦有差異。根部的試驗結果表示比較安定 ， 兩者之差異不顯著 。 但根長之變異，品種間仍有差異。根寬之判別公式爲 $R=1-(1-e^{-kd})^4$ 。k 爲品種之常數，d 爲線量。Sparrow 說，此可能與品種間細胞核的大小有關。水稻的差異約爲 4 倍 (3.66—12.77) ，大豆約爲 6 倍但實際如何，尙須研究。